

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-233006

(43)Date of publication of application : 27.08.1999

(51)Int.Cl.

H01J 9/02

(21)Application number : 10-044251

(71)Applicant : CANON INC

(22)Date of filing : 12.02.1998

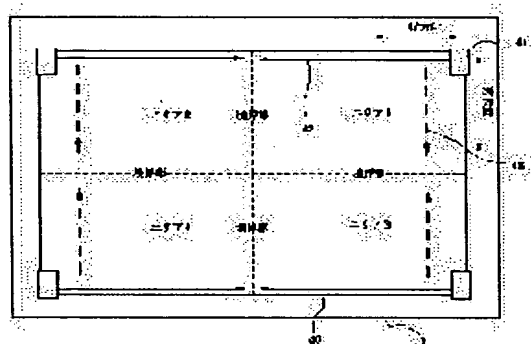
(72)Inventor : MITSUMICHI KAZUHIRO
SHIGEOKA KAZUYA
MISHIMA SEIJI
HASEGAWA MITSUTOSHI

(54) MANUFACTURE OF ELECTRON SOURCE AND IMAGE FORMING DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide such a low-cost and easy manufacturing method that, in a manufacturing method of an electron source having plural electron-emissive elements and a large area, uniformity of conductive films is improved by improving an addition method of liquid drops to form conductive films by plural ink-jet devices, and hereby a dispersion of each element characteristics of an obtained electron source is suppressed, and also a display grade of an image forming device, having the electron source, is improved.

SOLUTION: In a manufacturing method of an electron source in which plural electron-emissive elements, having a conductive film 4 between a pair of element electrodes 2 and 3, are loaded on a substrate 1, when a solution including a metal element, which is the material of the conductive film 4, is added between all element electrodes in the state of liquid drops by plural ink-jet devices 41, the plural ink-jet devices 41 have each addition area in charge respectively, and add liquid drops almost simultaneously between adjacent element electrodes lying across the boundary between adjacent areas (42, 43).



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

23.04.2002

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

3478724

[Date of registration]

03.10.2003

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(10)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-233006

(43)公開日 平成11年(1999) 8 月27 日

(51)Int.CI⁸

H 0 1 J 9/02

識別記号

F I

H 0 1 J 9/02

E

審査請求 未請求 請求項の数5 F D (全 15 頁)

(21)出願番号 特願平10-44251

(22)出願日 平成10年(1998) 2 月12 日

(71)出願人 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(72)発明者 三浦 和宏

東京都大田区下丸子3丁目30番2号キヤノン株式会社内

(72)発明者 重岡 和也

東京都大田区下丸子3丁目30番2号キヤノン株式会社内

(72)発明者 三島 龍治

東京都大田区下丸子3丁目30番2号キヤノン株式会社内

(74)代理人 弁理士 伊東 哲也 (外2名)

最終頁に続く

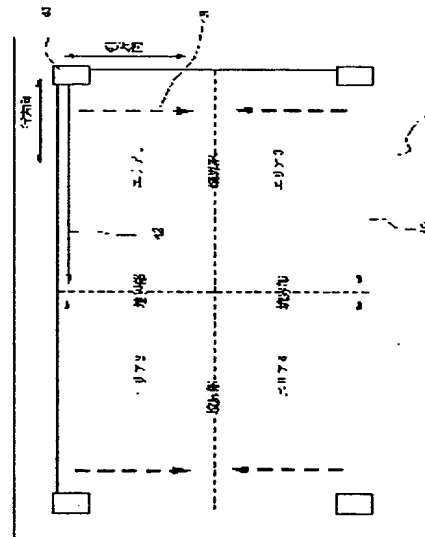
(54)【発明の名称】 電子源及び画像形成装置の製造方法

(57)【要約】

【課題】 複数の電子放出素子を有する大面積の電子源の製造方法において、複数のインクジェット装置による導電性膜形成用の液滴の付与方法を改良することにより、導電性膜の均一性を向上させ、それにより得られる電子源の各素子特性のばらつきを抑えて、該電子源を有する画像形成装置の表示品位を良好にし、かつ低コストで容易な製造方法を提供する。

【解決手段】 一対の素子電極間に導電性膜を有する電子放出素子を基板上に複数個搭載した電子源の製造方法

であって、導電性膜の原料である金属元素含有溶液を複数のインクジェット装置を用いて液滴の状態で各素子電極間に付与する際、複数のインクジェット装置は各々担当する付与エリアを有し、隣接エリア間の境界を挟んで隣り合う素子電極間にはほぼ同時に液滴を付与する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 一対の素子電極間に導電性膜を有する電子放出素子を基板上に複数個搭載した電子源の製造方法であって、前記導電性膜の原料である金属元素含有溶液を複数のインクジェット装置を用いて液滴の状態で前記各素子電極間に付与する際、前記複数のインクジェット装置は各々担当する付与エリアを有し、隣接エリア間の境界を挟んで隣り合う素子電極間にはほぼ同時に液滴を付与することを特徴とする電子源の製造方法。

【請求項2】 前記インクジェット装置によって付与される液滴の量を補正する工程を含むことを特徴とする請求項1記載の電子源の製造方法。

【請求項3】 前記インクジェット装置が、圧電素子を利用して前記溶液を吐出することを特徴とする請求項1または2記載の電子源の製造方法。

【請求項4】 前記インクジェット装置が、熱エネルギーを利用して前記溶液に気泡を発生させ、該気泡の生成に基づいて溶液を吐出することを特徴とする請求項1または2記載の電子源の製造方法。

【請求項5】 電子源と該電子源の電子放出面に対向して配置され少なくとも蛍光体を搭載したフェースプレートとで構成された画像形成装置の製造方法であって、前記電子源の製造方法が、請求項1～4いずれかに記載の方法である画像形成装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、電子放出素子を有する電子源の製造方法に関し、詳しくは、導電性膜形成用の液滴を複数のインクジェット装置によって付与する方法の改良に関する。また本発明は、該電子源を用いた画像形成装置の製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 従来より、電子放出素子には大別して熱電子放出素子と冷陰極電子放出素子の2種類が知られている。冷陰極電子放出素子には電界放出型（以下、「FE型」という。）、金属/鉻層/金属型（以下、「MIM型」という。）や表面伝導型電子放出素子等がある。FE型の例としてはW. P. Dyke & W. W. Doren, "Field Emission", *Advances in Electron Physics*, 8, 89 (1956) あるいは、C. A. Spindt, "Physical Properties of thin-film field emission cathodes with molybdenum cones", *J. Appl. Phys.*, 47, 5248 (1976) 等に掲載されたものが知られている。MIM型ではC. A. Mead, "Operation of Tunnel-Emission Devices", *J. Appl. Phys.*, 32, 646 (1961) 等に掲載されたものが知られている。

【0003】 表面伝導型電子放出素子の例としては、M. I. Elinson, *Radio Eng. Electron Phys.*, 10, 1290 (1965) 等に掲載されたものがある。

【0004】 表面伝導型電子放出素子は、基板上に形成された小面積の薄膜に膜面に平行に電流を流すことにより、電子放出が生ずる現象を利用するものである。この表面伝導型電子放出素子としては、前記エリクソン等によるSnO₂ 薄膜を用いたもの、Au薄膜によるもの [G. Dittmer: *Thin Solid Films*, 9, 317 (1972)]、In₂O₃/SnO₂ 薄膜によるもの [M. Hartwell and C. G. Fonstad: *IEEE Trans. ED Conf.*, 519 (1975)]、カーボン薄膜によるもの [荒木久他: 真空, 第26巻, 第1号, 22頁 (1983)] 等が報告されている。

【0005】 これらの表面伝導型電子放出素子の典型的な例として、前述のM. ハートウェルの素子構成を図13に模式的に示す。同図において1は基板である。4は導電性膜で、H型形状のパターンにスパッタで形成された金属化合物薄膜等からなり、後述の通電フォーミングと呼ばれる通電処理により電子放出部5が形成される。なお、図中の素子電極間隔Lは0.5～1mm、Wは0.1mmで設定されている。

【0006】 従来、これらの表面伝導型電子放出素子においては、電子放出を行う前に導電性膜4を予め通電フォーミングと呼ばれる通電処理によって電子放出部5を形成するのが一般的であった。即ち、通電フォーミングとは、導電性膜4両端に直流電圧あるいは非常にゆっくりとした昇電圧をたとえば1V/min程度で印加通電し、導電性膜を局所的に破壊、変形もしくは変質せしめ、電氣的に高抵抗状態にした電子放出部5を形成することである。なお、電子放出部5は導電性膜4の一部に発生した亀裂であり、その亀裂付近から電子放出が行われる。前記通電フォーミング処理をした表面伝導型電子放出素子は、導電性膜4に電圧を印加し、素子に電流を流すことにより、電子放出部5より電子を放出せしめるものである。

【0007】 上述の表面伝導型電子放出素子は構造が単純で製造も容易であることから、大面積の基板にわたって多数を配列形成出来る利点がある。そこで、この特徴を活かせるような色々な応用が研究されている。例としては、荷電ビーム源、表示装置等が挙げられる。多数の表面伝導型電子放出素子を配列形成した例としては、はしご型配置と呼ぶ並列に表面伝導型電子放出素子を配列し、個々の素子の両端を配線（共通配線とも呼ぶ）でそれぞれ結線した行を多数行配列した電子源が挙げられる（例えば、特開昭64-031332号公報、特開平6-283749号公報、特開平1-257552号公報）。また、特に表示装置等の画像形成装置において

は、近年、液晶を用いた平板型表示装置がCRTに替わって普及してきたが、自発光型でないためバックライトを持たなければならない等の問題点があり、自発光型の表示装置の開発が望まれてきた。自発光型表示装置としては、表面伝導型電子放出素子を多数配置した電子源と、電子源より放出された電子によって可視光を発生せしめる蛍光体とを組み合わせた表示装置である画像形成装置が挙げられる（例えばUSP No. 5066883）。

【0008】尚、従来、多数の表面伝導型電子放出素子より構成された電子源より、電子放出をし、蛍光体の発光をさせる素子の選択は、上述の多数の表面伝導型電子放出素子を並列に配置し結線した配線（行方向配線と呼ぶ）、行方向配線と直交する方向（列方向と呼ぶ）に該電子源と蛍光体間の空間に設置された制御電極（グリッドと呼ぶ）と列方向配線への適当な駆動信号によるものである（例えば本出願人の特開平1-283749号公報）。

【0009】本出願人は、表面伝導型電子放出素子の製造方法において、大面積の基板に有利な製造方法として、真空を用いたスパッタ法や熱蒸法によらず導電性膜を形成する方法を提案している。その一例は、有機金属化合物含有溶液をスピナーによって基体上に塗布後、所望の形状にパターニングし、有機金属化合物を熱分解し導電性膜を得る電子放出素子の製造方法である。さらに、特開平8-171850号公報においては、前記導電性膜を所望の形状にパターニングする工程においてリソグラフィ法を用いず、バブルジェット法やピエゾジェット法等のインクジェット方式によって、基体上に、有機金属化合物含有溶液の液滴を付与し、所望の形状の導電性膜を形成する製造方法を提案している。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、特開平8-171850号公報等に記載の従来のインクジェット方式では、基板がより大面積化していった際、一枚の基板を描画するのにより多くの時間を要し、スループットを上げるのには限界があった。

【0011】 また、各素子電極間について液滴の付与から焼成までの経過時間（乾燥時間）に差があると、得られる導電性膜の抵抗値に差を生じやすいという問題があり、これは通電フォーミング後の電子放出素子の特性に影響する場合がある。特に、大面積の電子源の場合にはその影響が発生しやすい。

【0012】 そこで、大面積の電子源を製造するには複数のインクジェット装置を用いる必要があるが、基板分割してインクジェット装置毎に受け持ちエリアを設定して液滴を付与する場合には、乾燥時間の差が付与エリアの境界部分に発生することがある。

【0013】 また、液滴の付与をライン単位で行う場合に、1ラインの打ち始め部と打ち終わり部とでは導電性

膜の抵抗値に差を生じる場合があり、やはり、フォーミング後の電子放出素子の特性に影響する場合がある。これは、一定の休止時間の後に吐出を行う場合と吐出を連続的に行っている場合とで液滴の吐出具合が異なることに起因する現象で、1ラインの打ち終わり部への液滴の付与を待たせてから次の打ち始め部への液滴の付与を行うのにかかる時間にもよるが、特に各ラインの打ち始めの最初の吐出の状態がそれ以外の部分への吐出と比較して異なる場合がある。

【0014】 このように、各インクジェット装置の液滴付与の順序によっては、各インクジェット毎の受け持ちエリア間の隣接素子部における液滴の乾燥時間の差や、また1ラインの打ち始め部と打ち終わり部の差に起因して、素子特性に差が生じることが考えられるが、隣接素子部での特性の差は、画像形成装置としたときには、特に、視覚的に目立ち好ましくない。

【0015】 本発明は、このような問題を解決するためになされたものである。すなわち本発明の目的は、複数の電子放出素子を有する大面積の電子源の製造方法において、複数のインクジェット装置による導電性膜形成用の液滴の付与方法を改良することにより、導電性膜の均一性を向上させ、それにより得られる電子源の各素子特性のばらつきを抑えて、該電子源を有する画像形成装置の表示品位を良好にし、かつ低コストで容易な製造方法を提供することである。

【0016】

【課題を解決するための手段】 上述した課題を解決するために成された本発明の電子源の製造方法は、一対の素子電極間に導電性膜を有する電子放出素子を基板上に複数個搭載した電子源の製造方法であって、前記導電性膜の原料である金属元素含有溶液を複数のインクジェット装置を用いて液滴の状態で前記各素子電極間に付与する際、前記複数のインクジェット装置は各々担当する付与エリアを有し、隣接エリア間の境界を挟んで隣り合う素子電極間にはほぼ同時に液滴を付与することを特徴とする。

【0017】 上記本発明の製造方法には、前記インクジェット装置によって付与される液滴の量を補正する工程を含むことによって、各インクジェット装置からの液滴付与量を等しくすることが出来る。

【0018】 前記インクジェット装置としては、圧電素子を利用して前記溶液を吐出するピエゾジェット方式や、熱エネルギーを利用して前記溶液に気泡を発生させ、該気泡の生成に基づいて溶液を吐出するバブルジェット方式を採用することが出来る。

【0019】 また本発明の画像形成装置の製造方法は、電子源と該電子源の電子放出面に対向して配置され少なくとも蛍光体を搭載したフェースプレートとで構成された画像形成装置の製造方法であって、前記電子源の製造方法が本発明の方法であることを特徴とする。

【0020】本発明の電子源の製造方法においては、各インクジェット装置の受け持ちエリアの付与パターンに配慮し、エリア間の境界部分に同時刻に付与されるような付与パターンとして、各インクジェット装置の受け持ちエリア間の隣接素子部でインクの付与から焼成までの経過時間（乾燥時間）が同時刻となるようにした。そのため、エリア間で隣接して付与された液滴の焼成直前の状態を同様にでき、焼成後の導電性膜の抵抗値の差を少なくできる。そのため、エリア間の隣接素子はいずれも同様なフォーミング過程を経ることができ、同様な電子放出素子特性を持つことが可能となる。このように、付与された液滴の乾燥時間の差に起因する素子特性の差をなくしたため、エリア間の境界部分の素子特性の差がない電子源となり、画像形成装置としたときにエリア間の境界部分が目立ち違和感を覚えることのない、視覚的に良好な画像形成装置となる。

【0021】

【発明の実施の形態】本発明に係る表面伝導型電子放出素子の基本的構成について説明する。図1は、本発明に係る表面伝導型電子放出素子の構成を示す模式図であり、(a)は平面図、(b)は断面図である。同図において1は基板の一部、2と3は素子電極、4は導電性膜、5は電子放出部である。

【0022】基板1としては、石英ガラス、Na等の不純物含有量を低減させたガラス、青板ガラス、青板ガラスにスパッタ法等でSiO₂を表面に積層したガラス基板並びにアルミナ等のセラミックス基板及びSi基板等を用いることができる。

【0023】対向する素子電極2、3の材料としては、様々な導電材料を用いることができ、例えばNi、Cr、Au、Mo、W、Pt、Ti、Al、Cu、Pd等の金属または合金及びPd、As、Ag、Au、RuO₂、Pd-Ag等の金属または金属酸化物とガラス等から構成される印刷導体、In₂O₃-SnO₂等の透明導電体及びポリシリコン等の半導体材料等から適宜選択することができる。

【0024】素子電極間隔L、素子電極長さW、導電性膜4の形状等は、応用される形態等を考慮して設計される。素子電極間隔Lは、好ましくは数千Åから数百μmの範囲とすることができ、より好ましくは素子電極間に印加する電圧等を考慮して数μmから数十μmの範囲とすることができる。

【0025】素子電極長さWは、電極の抵抗値、電子放出特性を考慮して、数μmから数百μmの範囲である。素子電極2、3の膜厚dは、数百Åから数百μmの範囲とすることができる。

【0026】なお、図1に示した構成だけでなく、基板1上に、導電性膜4、対向する素子電極2、3の順に積層した構成とすることもできる。

【0027】導電性膜4には、良好な電子放出特性を得

るために、微粒子で構成された微粒子膜を用いるのが好ましい。その膜厚は素子電極2、3へのステップカバレッジ、素子電極2、3間の抵抗値及び後述するフォーミング条件等を考慮して適宜設定されるが、通常は数Åから数千Åの範囲とするのが好ましく、より好ましくは10Åより500Åの範囲とするのが良い。その抵抗値は、Rsが10の2乗から10の7乗Ωの値である。なおRsは、厚さがt、幅がwで長さがlの薄膜の抵抗Rを、 $R = R_s (l/w)$ とおいたときに現れる値で、薄膜材料の抵抗率をρとすると $R_s = \rho / t$ で表される。本明細書において、フォーミング処理について通電処理を例に挙げて説明するが、フォーミング処理はこれに限られるものではなく、膜に亀裂を生じさせて高抵抗状態を形成する方法であればいかなる方法でも良い。

【0028】導電性膜4を構成する材料は、Pd、Pt、Ru、Ag、Au、Ti、In、Cu、Cr、Fe、Zn、Sn、Ta、W、Pb等の金属、PdO、SnO₂、In₂O₃、PbO、Sb₂O₃等の酸化物、HfB₂、ZrB₂、LaB₆、CeB₆、YB₄、Gd₂B₄等の硼化物、TiC、ZrC、HfC、TaC、SiC、WC等の炭化物、TiN、ZrN、HfN等の窒化物、Si、Ge等の半導体、カーボン等の中から適宜選択される。

【0029】ここで述べる微粒子膜とは複数の微粒子が集合した膜であり、その微細構造は、微粒子が個々に分散配置した状態あるいは微粒子が互いに隣接、あるいは重なり合った状態（いくつかの微粒子が集合し、全体として島状構造を形成している場合も含む）をとっている。微粒子の粒径は、数Åから数千Åの範囲、好ましくは10Åから2000Åの範囲である。

【0030】図10に示した電子放出部5は、導電性膜4の一部に形成された高抵抗の亀裂により構成され、導電性膜4の膜厚、膜質、材料及び後述する通電フォーミング等の手法等に依存したものとされる。電子放出部5の内部には、数Åから数百Åの粒径の導電性微粒子を含む場合もある。この導電性微粒子は、導電性膜4を構成する材料の元素の一部、あるいは全ての元素を含有するものとなる。亀裂の先端部及びその近傍の導電性膜4には、炭素あるいは炭素化合物を有する。炭素及び炭素化合物とは、例えばグラファイト（いわゆるHOPG（High Oriented Pyrolytic Graphite）、PG（Pyrolytic Graphite）、GC（Glassy Carbon））を包括する。HOPGはほぼ完全なグラファイトの結晶構造、PGは結晶粒が200Å程度で結晶構造がやや乱れたもの、GCは結晶粒が20Å程度になり結晶構造の乱れが更に大きくなったもの、非晶質カーボン（アモルファスカーボン及びアモルファスカーボンと前記グラファイトの微結晶の混合物を指す）であり、その膜厚は、500Å以下の範囲とするのが好ましく、300Å以下の

範囲とすることがより好ましい。

【0031】次に、本発明における電子放出素子の導電性膜形成工程を述べる。まず、複数のインクジェット装置を用いて金属元素を含有する溶液を液滴の状態で付与する工程について説明する。液滴の材料には、先に述べた導電性膜となる元素或いは化合物を含有する水溶液、有機溶液等を用いることができる。例えば、導電性膜となる元素或いは化合物がパラジウム系の例を以下に示すと、酢酸パラジウム-エタノールアミン錯体（PA-ME）、酢酸パラジウム-エタノールアミン錯体（PA-DE）、酢酸パラジウム-トリエタノールアミン錯体（PA-TE）、酢酸パラジウム-ブチルエタノールアミン錯体（PA-BE）、酢酸パラジウム-ジメチルエタノールアミン錯体（PA-DME）等のエタノールアミン系錯体を含んだ水溶液、また、パラジウム-グリシン錯体（Pd-Gly）、パラジウム-β-アラニン錯体（Pd-β-Ala）、パラジウム-DL-アラニン錯体（Pd-DL-Ala）、パラジウム-DL-アラニン錯体（Pd-DL-Ala）等のアミノ酸系錯体を含んだ水溶液、さらに、酢酸パラジウム・ビス・ジプロピルアミン錯体の酢酸ブチル溶液等が挙げられる。

【0032】本発明で用いる液滴吐出ユニットの機構としては、任意の液滴を定量吐出できるものであれば如何なる機構でもよいが、特に数 μm 程度の液滴を形成できるインクジェット方式の機構等を用いることができる。インクジェット方式としては、圧電素子を用いたピエゾジェット方式、ヒーターの熱エネルギーを利用して気泡を発生させるバブルジェット方式等いずれのもので構わない。

【0033】本発明に用いられるインクジェット装置の一例を図2、図3に示す。図2はバブルジェットを示し、同図において、221は基板、222は熱発生部、223は支持基板、224は液流路、225は第1ノズル、226は第2ノズル、227はインク流路間隔壁、228、229はインク液室、2210、2211はインク液の供給口、2212は天井板を示す。

【0034】また、図3はピエゾジェットを示し、同図において、231はガラス製第1ノズル、232はガラス製第2ノズル、233は円筒型ピエゾ、234はフィルター、235、236はインク液供給チューブ、237は電気信号入力端子を示す。なお、図2、3において、ノズルを2本示したがこれに限るものではない。

【0035】本発明においては、基板上の各素子部に金属元素含有溶液を液滴状に付与するにあたって、複数のインクジェット装置を使用するが、この際、複数のインクジェット装置間の製造誤差が大いいと液滴の吐出量がインクジェット装置によってばらついてしまい、多数の導電性膜の抵抗値や形状を小さくばらつきで形成することは困難である。

【0036】そこで、そのような場合、使用する複数の

インクジェット装置からの液滴の吐出量が同量になるように予め補正しておくことが好ましい。例えば、使用する複数のノズル各々の吐出量を検出する工程と、検出した吐出量の情報に基づいて吐出のために印加する駆動パルスをノズル毎に設定する吐出量補正工程をもち、この吐出量補正工程により予め設定された駆動パルスにより吐出を行うことにより複数のインクジェット装置からの液滴の吐出量を同量とすることができる。

【0037】吐出量の補正について上記の例を詳しく説明する。まず、使用する複数のインクジェット装置各々の吐出量を検出する工程で、検出する量としては、液滴の重量や体積を用いればよいが、それ以外にも吐出された有機金属化合物含有液滴を焼成し熱分解して導電性膜とした状態での物質重量や抵抗値等を用いることもできる。

【0038】次に、検出した吐出量の情報に基づいて吐出のために印加する駆動パルスをインクジェット装置毎に設定する吐出量補正工程について説明する。インクジェット装置により吐出される液滴の体積は、圧電素子や熱エネルギー変換体に印加する駆動パルスを制御、例えば電圧、パルス幅、パルス形状を制御することにより、ピエゾジェット方式では圧電素子の変位量を、バブルジェット方式では熱エネルギー変換体上に発生する気泡の大きさを変化させることによりコントロールすることが可能である。特にピエゾジェット方式では圧電素子の変位量を、印加する駆動パルスを制御することにより容易に変化させることができるため、吐出量の調整を広い範囲で制御性よく行う事が可能である。そこで、吐出量を検出する工程で検出された所定の吐出量からのずれ量に応じて、駆動パルスを補正して、各インクジェット装置からのインク吐出量を補正して所定の値になるようにする。このとき設定した各ノズルに対する駆動パルスを実際の液滴付与時に使用することとなる。前述したように複数のノズルを各インクジェット装置に有する場合も、同様の方法で吐出量を調整することができる。

【0039】基板上への液滴の付与は、図4のように基板1の液滴を付与する電子放出素子領域40にm個の複数のインクジェット装置41を用いて、前記m個の複数のインクジェット装置と基板とを相対移動して基板上の各素子部に溶液を液滴状に少なくとも1個付与する。本発明では、m個の複数のノズルを使用するため、単一のノズルで液滴の付与を行う場合と比較してm倍の液滴付与能力を有し、同一の液滴付与基板の処理を同一の相対移動速度で行った場合に、 $1/m$ の時間で行うことが可能である。

【0040】本発明の製造方法において、液滴の付与にあたっては、各インクジェット装置毎の受け持ちエリアの液滴付与パターンに配慮し、エリア間の境界を挟んで隣接する素子部に同時刻に液滴を付与するようなパターンとすることにより、該隣接素子部への液滴の付与から

後述する焼成工程までの経過時間（乾燥時間）を同時間とすることが出来る。付与された液滴は、付与直後から焼成されるまでの間でも徐々に溶媒が蒸発していくため、付与後の時間により状態が微妙に異なり、焼成後の導電性膜の抵抗値に対しても微妙に影響する。しかしながら、本発明では、液滴の付与から焼成までの経過時間（乾燥時間）が同時間となるようにしたため、各エリアの境界部で隣接して付与された液滴の焼成直前の状態を同様にできる。

【0041】エリア間の境界部分で同時刻に液滴を付与するような付与パターンとしては、例えば図4に示すように、基板の端側から同時に複数のインクジェット装置による液滴の付与を開始して、基板の中央部で同時に終了するようなパターンを用いることができるが、もちろん、これに限るものではない。

【0042】また、図4中の行単位の液滴の付与を列単位の液滴の付与に入れ替えた順序での液滴の付与を行って、各エリアの境界部で、同時に液滴の付与を行うことも可能であるし、また、各エリアの境界部で同時に液滴の付与を行うことが可能なパターンであれば、液滴の付与は、行単位、列単位で行うものには限らない。また、図4では、液滴の付与時に基板を十文字に4分割した場合について説明したが、その他の分割数、分割形式でも、境界部の液滴の付与を同様の考え方で行うことにより、境界部においても隣接素子間の特性の差を、その他の領域と同様のレベルとすることが可能である。

【0043】また、液滴の付与をライン単位で行う場合に、各ラインの打ち始めの最初の吐出の状態がそれ以外の吐出と比較して異なる場合があるので、最初の吐出の液滴は、素子電極のギャップ部以外で液滴を付与しても問題を生じない部分、例えば記録上等に捨て打ちすることが望ましい。

【0044】このようにして基板上に付与された金属元素含有液滴は、焼成することで熱分解され導電性膜となる。本発明では、各インクジェット装置毎の受け持ちエリア間の境界部分で隣接して付与された液滴の焼成直前の状態が同様になるようにしたため、焼成後の導電性膜の抵抗値や形状のばらつきの差を少なくできる。

【0045】こうして形成された導電性膜4にフォーミング工程を施す。このフォーミング工程は、パルス状の電圧を素子電極2、3間に印加通電することで、導電性膜4に、構造の変化した電子放出部5を形成するものである。通電フォーミングによれば、導電性膜4に局所的に破壊、変形もしくは変質等の構造変化した部位で、亀裂が形成される。

【0046】本発明では、各インクジェット装置毎の受け持ちエリア間の境界部での導電性膜の抵抗値や形状のばらつきの差を少なくしているため、各エリア間の境界部の隣接素子はいずれも同様なフォーミング過程を経ることができ、同様な素子特性を持つことが可能となる。

【0047】フォーミングを終えた素子には活性化工程と呼ばれる処理を施す。活性化工程とは、この工程を施すことにより、素子電流 I_f 、放出電流 I_e が著しく変化する工程である。

【0048】活性化工程は、有機物質のガスを含む真空雰囲気下で、素子にパルス電圧の印加を繰り返すことで行うことができる。この雰囲気は、十分に排気した真空中に適量な有機物質のガスを導入することによっても得られる。適量な有機物質としては、アルカン、アルケン、アルキンの脂肪族炭化水素類、芳香族炭化水素類、アルコール類、アルデヒド類、ケトン類、アミン類、フェノール、カルボン酸、スルホン酸等の有機酸類等を挙げることが出来る。この処理により、雰囲気中に存在する有機物質から炭素あるいは炭素化合物が、通電フォーミング工程で形成した亀裂の内側にあらたに炭素あるいは炭素化合物からなる亀裂を形成する。活性化工程を経て得られた電子放出素子には、安定化工程を施すことが好ましい。この工程は真空容器内の有機物質を排気する工程である。真空容器を排気する真空排気装置は、装置から発生するオイルが素子の特性に影響を与えないように、オイルを使用しないものを用いるのが好ましい。具体的にはソーブションポンプ、イオンポンプ等の真空排気装置を挙げることが出来る。

【0049】さらに真空容器内を排気するときには、真空容器全体を加熱して真空容器内壁や電子放出素子に吸着した有機物質分子を排気しやすくするのが好ましい。このときの加熱した状態での真空排気条件は、150～300℃で数時間以上が望ましいが、特にこの条件に限るものではなく、真空容器の大きさや形状、電子放出素子の構成などの諸条件により適宜選ばれる条件により行う。真空容器内の圧力は極力低くすることが必要で、 $1 \sim 3 \times 10^{-7} \text{ Torr}$ 以下が好ましく、 $1 \times 10^{-8} \text{ Torr}$ 以下が特に好ましい。

【0050】安定化工程を経て得られた電子源の駆動時の雰囲気は、上記安定化工程終了時の雰囲気を維持するのが好ましいが、これに限るものではなく、有機物質が十分除去されていれば、真空度自体は多少低下しても十分安定な特性を維持することが出来る。このような真空雰囲気を採用することにより、新たな炭素あるいは炭素化合物の堆積を抑制でき、結果として素子電流 I_f 、放出電流 I_e が安定する。

【0051】このように、各インクジェット装置の受け持ちエリア間の隣接素子間で液滴の付与から焼成までの経過時間（乾燥時間）が同時間となるようにしたため、安定化工程まで終了した時点での各インクジェット装置の受け持ちエリア間の隣接素子部の素子特性も同様のものとすることができた。

【0052】また、そのため、以下に述べるような画像形成装置としたときにエリア間の境界部分が目立つことがなくなり、視覚的に良好な画像形成装置とすることが

できる。

【0053】次に、本発明の画像形成装置の製造方法および得られる画像形成装置の構成を説明する。画像形成装置に用いる電子源の電子放出素子の配列については、実施例で説明する単純マトリクス以外もあり、これに限るものでない。図5に示すような単純マトリクス配置の電子源を用いて構成した画像形成装置について、図6を用いて説明する。図6は画像形成装置の一例である。

【0054】図6において、67は本発明の製造方法により製造した、電子放出素子68を複数配した電子源、61は電子源67を固定したリアプレート、66はガラス基板63の内面に蛍光膜64とメタルバック65等が形成されたフェースプレートである。62は支持枠であり、支持枠62には、リアプレート61、フェースプレート66がフリットガラス等を用いて接続されている。これら部材を、例えば大気中あるいは真空中で400～500℃の温度範囲で10分以上焼成することで封着して、外圍器を構成する。外圍器を形成する工程は、例えば、電子源のフォーミング工程の前に行うことができるが、活性化工程前や安定化工程の前に行っても良い。なお52、53はそれぞれ、電子放出素子68の一方の素子電極と接続された行方向配線及び列方向配線である。

【0055】外圍器は、上述の如く、フェースプレート66、支持枠62、リアプレート61で構成される。リアプレート61は主に電子源67の強度を補強する目的で設けられるため、電子源67自体で十分な強度を持つ場合は別体のリアプレート61は不要とすることができる。即ち、電子源67の基板部分に直接支持枠62を封着し、フェースプレート66、支持枠62及び基板で外圍器を構成しても良い。一方、フェースプレート66とリアプレート61の間に、スペーサ（耐大気圧支持部材）とよばれる不図示の支持体を設置することにより、大気圧に対して十分な強度をもつ外圍器を構成することもできる。

【0056】蛍光膜64はモノクロームの場合は蛍光体のみから構成することができる。カラーの蛍光膜の場合は、蛍光体の配列により、ブラックストライプあるいはブラックマトリクスなどと呼ばれる黒色導電材と蛍光体とから構成することができる。

【0057】フェースプレート66には、蛍光膜64の導電性を高めるため、蛍光膜64の外周側に透明電極（不図示）を設けてもよい。

【0058】以上のようにして構成した単純マトリクス配置の電子源を用いて構成した画像形成装置に、NTSC方式のテレビ信号に基づいたテレビジョン表示を行うための駆動回路の構成例について、図7を用いて説明する。

【0059】図7において、71は画像表示パネル、72は走査回路、73は制御回路、74はシフトレジスタである。75はラインメモリ、76は同期信号分離回

路、77は変調信号発生器、 V_x および V_e は直流電圧源である。

【0060】表示パネル71は、端子 D_{ox1} 乃至 D_{oxm} 、端子 D_{oy1} 乃至 D_{oyn} 、及び高圧端子 H_v を介して外部の電気回路と接続している。端子 D_{ox1} 乃至 D_{oxm} には、表示パネル内に設けられている電子源、即ち、M行N列の行列状にマトリクス配線された電子放出素子群を一行（N素子）ずつ順次駆動する為の走査信号が印加される。

【0061】端子 D_{y1} 乃至 D_{yn} には、前記走査信号により選択された一行の表面伝導型電子放出素子の各素子の出力電子ビームを制御する為の変調信号が印加される。高圧端子 H_v には、直流電圧源 V_e より、例えば10K[V]の直流電圧が供給されるが、これは電子放出素子から放出される電子ビームに蛍光体を励起するのに十分なエネルギーを付与する為の加速電圧である。

【0062】走査回路72について説明する。同回路は、内部にM個のスイッチング素子（図中、S1ないしS_mで模式的に示している）を備えたものである。各スイッチング素子は、直流電圧源 V_x の出力電圧もしくは0[V]（グランドレベル）のいずれか一方を選択し、表示パネル71の端子 D_{x1} ないし D_{xm} と電気的に接続される。S1乃至S_mの各スイッチング素子は、制御回路73が出力する制御信号T_{scan}に基づいて動作するものであり、例えばFETのようなスイッチング素子を組み合わせることにより構成することができる。

【0063】直流電圧源 V_x は、本例の場合には電子放出素子の特性（電子放出しきい値電圧）に基づき、走査されていない素子に印加される駆動電圧が電子放出しきい値電圧以下となるような一定電圧を出力するように設定されている。

【0064】制御回路73は、外部より入力する画像信号に基づいて適切な表示が行われるように各部の動作を整合させる機能を有する。制御回路73は、同期信号分離回路76より送られる同期信号T_{sync}に基づいて、各部に対してT_{scan}およびT_{sift}およびT_{memory}の各制御信号を発生する。

【0065】同期信号分離回路76は、外部から入力されるNTSC方式のテレビ信号から同期信号成分と輝度信号成分とを分離する為の回路で、一般的な周波数分離（フィルター）回路等を用いて構成できる。同期信号分離回路76により分離された同期信号は、垂直同期信号と水平同期信号より成るが、ここでは説明の便宜上T_{sync}信号として図示した。前記テレビ信号から分離された画像の輝度信号成分は便宜上DATA信号と表した。該DATA信号はシフトレジスタ74に入力される。

【0066】シフトレジスタ74は、時系列的にシリアルに入力される前記DATA信号を、画像の1ライン毎にシリアル／パラレル変換するためのもので、前記制御

回路73より送られる制御信号Tsf tに基づいて動作する(即ち、制御信号Tsf tは、シフトレジスタ74のシフトクロックであるということもできる)。シリアル/パラレル変換された画像1ライン分(電子放出素子N素子分の駆動データに相当)のデータは、1d 1乃至1d nのN個の並列信号として前記シフトレジスタ74より出力される。

【0067】ラインメモリ75は、画像1ライン分のデータを必要時間の間だけ記憶する為の記憶装置であり、制御回路73より送られる制御信号Tmryに従って適宜1d 1乃至1d nの内容を記憶する。記憶された内容は、1d' 1乃至1d' nとして出力され、変調信号発生器77に入力される。

【0068】変調信号発生器77は、画像データ1d' 1乃至1d' nの各々に応じて表面伝導型電子放出素子の各々を適切に駆動変調する為の信号源であり、その出力信号は、端子Doy 1乃至Doy nを通じて表示パネル71内の表面伝導型電子放出素子に印加される。

【0069】電子放出素子を変調する方式としては、電圧変調方式、パルス幅変調方式等が採用できる。電圧変調方式を実施するに際しては、変調信号発生器77として、一定長さの電圧パルスを発生し、入力されるデータに応じて適宜パルスの波高値を変調するような電圧変調方式の回路を用いることができる。パルス幅変調方式を実施するに際しては、変調信号発生器77として、一定の波高値の電圧パルスを発生し、入力されるデータに応じて適宜電圧パルスの幅を変調するようなパルス幅変調方式の回路を用いることができる。

【0070】シフトレジスタ74やラインメモリ75は、デジタル信号式のものをもアナログ信号式のものをも採用できる。画像信号のシリアル/パラレル変換や記憶が所定の速度で行われれば良いからである。

【0071】このような駆動回路により、表示パネルの各電子放出素子に、音器外端子Dox 1乃至Dox n、Doy 1乃至Doy nを介して電圧を印加することにより、電子放出が生ずる。高圧端子Hvを介してメタルバック75、あるいは透明電極(不図示)に高圧を印加し、電子ビームを加速する。加速された電子は、蛍光膜74に衝突し、発光が生じて画像が形成される。

【0072】なお本発明に係る画像形成装置は、この発明の実施の形態において説明したものだけでなく、従来技術で挙げた本出願人の例をも包含できる。

【0073】

【実施例】以下、実施例等を挙げて本発明を説明する。

実施例1 電子源の製造

以下の手順により電子源を製造した。まず、絶縁基板としてガラス基板を用いた。これを有機溶剤等により十分洗浄後、120℃の乾燥炉で乾燥させた。この基板上に、Pt膜(膜厚500Å)を用いて一対の素子電極(電極幅500μm、電圧ギャップ間隔20μm)を5

00行×1500列=計750000組を行列状に形成し、各電極に配線を接続した。この配線としては図5に示すようなマトリクス配置を採用した。配線の形成は、列配線、層間絶縁層、行配線の順にいずれもスクリーン印刷法で行った。図5は導電性膜が形成される前の電子源基板で、1は基板、2、3は素子電極、52は行配線、53は列配線、54は層間絶縁層、55は素子電極のギャップ部分である。

【0074】また、導電性膜形成用の液滴の原料溶液としては、酢酸パラジウム-エタノールアミン錯体0.2%、インプロピルアルコール15%、エチレングリコール1%、ポリビニルアルコール0.05%の水溶液を用いた。

【0075】次に図4に示す様に、基板1内の電子放出素子領域40に対して4つのインクジェット装置41を使用して液滴の付与を行った。本実施例においては、各インクジェット装置で使用するノズルは1本とした。またピエゾジェット方式の装置を用いた。

【0076】図4は、本発明の特徴を最もよく表す図であり、4つのインクジェット装置41を用いる電子源用基板への導電性膜形成用の液滴の付与方法を示した図である。電子放出素子領域40中の矢印は、液滴の付与順序(方向)を示している。また、4つのインクジェット装置41は、点線で区切られたエリアをそれぞれ受け持っており、各エリアには素子電極対が250行×750列配置されている(図示せず)。なお、図中、右上のエリアをエリア1、左上をエリア2、右下をエリア3、左下をエリア4と呼び、エリア1~4を担当するインクジェット装置を順にインクジェット装置1~4と呼ぶこととする。また、点線部がエリアの境界部に相当する。

【0077】まず、電子放出素子領域に対する液滴の付与を行う前に、各インクジェット装置によって付与される液滴量を補正した。4つのインクジェット装置に一定の駆動パルスで液滴を吐出させ、吐出量の検出を行った。このときの各インクジェット装置のノズルからの吐出量はノズル1が50p l、ノズル2が48p l、ノズル3が52p l、ノズル4が49p lであった(ノズル1~4は、順にインクジェット装置1~4に対応している)。そこで、ノズル2、3、4の吐出量が50p lになるように駆動パルスの電圧をそれぞれのノズル毎に調整してノズル1と同量の液滴の吐出をするよう補正した。

【0078】続いて、電子放出素子領域に対する液滴の付与を行ったが、図4に示すように4つのインクジェット装置それぞれに対応するように電子放出素子領域を十字に4分割して行った。図4の各エリア中の矢印はそれぞれのインクジェット装置の電子放出素子領域に対する液滴付与順序を示していて、矢印42、43で示した順序で、各インクジェット装置により各エリアの各素子部(素子電極のギャップ部分)に液滴を付与した。すな

わち、それぞれのエリア内で行単位の液滴の付与を繰り返して全面への付与を行った。なお、各素子電極のギャップ部分へは、行単位の液滴の付与を4回繰り返して、計4滴の液滴を重ねて付与した。

【0079】本実施例においては、4つのインクジェット装置による液滴の付与は、同時にスタートし、互いに同じ速さで行った。それぞれのエリアでの液滴の付与順序の詳細は、各行の液滴の付与は電子放出素子領域全体の端から中央へ向けて行い（矢印42）、また行単位の付与順も、電子放出素子領域全体の端から中央へ向けて行った（矢印43）。そのため、4つのインクジェット装置によって液滴を付与された、各エリアの境界部は、上下に隣接した境界は最後に液滴に付与を行った行であり、また、左右に隣接した境界は各行で最後に付与した箇所であり、境界を挟んだペアの隣接素子部のいずれにも同時に液滴の付与が行われた。

【0080】また、液滴の付与に際しては、行単位の液滴の付与毎に電子放出素子領域外に1滴の捨て打ちを行った。

【0081】液滴を付与した後、350℃の焼成炉で20分間加熱し、有機成分を除去することで、素子電極間には酸化パラジウム（PdO）微粒子からなる円状の導電性膜が形成された。焼成後の導電性膜の直径は約100μmで、膜厚は150Åであった。

【0082】次に、上述の方法で導電性膜が形成された基板を、図8に示すような真空処理装置内に設置した。図8は真空処理装置の一例を示す模式図であり、簡単のため単一の電子放出素子で説明している。図8において85は真空容器であり、86は排気ポンプである。真空容器85内には電子放出素子が配されている。すなわち1は電子放出素子の基板、2及び3は素子電極、4は導電性膜、5は電子放出部である。なおこの段階では、電子放出部はまだ形成されていない。81は、電子放出素子に素子電圧V_iを印加するための電源、80は素子電極2、3間の導電性膜4を流れる素子電流I_iを測定するための電流計、84は素子の電子放出部より放出される放出電流I_eを捕捉するためのアノード電極である。83はアノード電極84に電圧を印加するための高圧電源、82は素子の電子放出部5より放出される放出電流I_eを測定するための電流計である。一例として、アノード電極の電圧を1kV～10kVの範囲とし、アノード電極と電子放出素子との距離Hを2mm～8mmの範囲として測定を行うことができる。また、87は、活性化工程を行う際に使用する有機ガス発生源である。

【0083】真空容器内85内には、真空雰囲気下での測定に必要な不図示の真空計等の機器が設けられていて、所望の真空雰囲気下での測定評価を行えるようになっている。排気ポンプ86は、ターボポンプ、ドライポンプからなるイオンポンプ等からなる超高真空系の構成とした。ここに示した電子源を配した真空処理装置の全

体は、不図示のヒーターにより350℃まで加熱できる。

【0084】上記の真空処理装置内を10⁻⁷Torrまで排気後、まず、各素子の抵抗測定を行った。その後、ラインごとに導電性膜が形成された素子電極2、3間に電圧を印加して、導電性膜を導電フォーミング処理等し、電子放出部を形成した。図9に本実施例で用いたフォーミング波形を示す。フォーミングの電圧波形は、パルス波形で、パルス波高値を0Vから0.1Vステップで増加させる電圧パルスを印加した。電圧波形のパルス幅とパルス間隔はそれぞれ1msec、10msecとした矩形波とした。導電フォーミング処理は、導電性膜の抵抗値が1MΩ以上となった時に終了した。

【0085】さらに、真空処理装置内で10⁻⁷Torrまで排気後、アセトンを10⁻³Torr装置内に導入し、線順次走査でパルス電圧を各素子に印加し活性化工程を行った。図10に本実施例で用いたパルス波形を示す。パルスはパルス波高値15V、パルス幅1msec、パルス間隔10msecとした矩形波を用いた。各ラインに25分間電圧が印加されたとき、各ラインとも素子電流が平均で3mAになったとき活性化工程を終了した。

【0086】最後に、安定化工程として真空処理装置の容器全体を250℃に加熱して、真空容器内壁や、電子放出素子に吸着した有機物質分子を排気した。このとき、真空度は10⁻⁸Torrであった。

【0087】以上で、電子放出素子群を有した電子源が完成した。本実施例では、電子放出素子領域に対して液滴の付与を行う4つのインクジェット装置の液滴吐出量の差を抑えるようそれぞれのノズルに対して駆動パルスを設定したため、4つのインクジェット装置に対応するエリア間での液滴量の差が少なく、基板全面にわたって導電性膜の直径や膜厚のばらつきを低く抑えることが出来た。

【0088】また、インクジェット装置の受け持ちエリア間の境界を挟んで隣接する素子部には、同時に液滴を付与することによって付与された液滴の焼成直前の状態が同様になるようにしたため、該境界部分で隣接する導電性膜の抵抗値や形状のばらつきを少なくできた。

【0089】比較例1 電子源の製造
基板への導電性膜形成用の液滴の付与順序を、図11に示すように、4つのインクジェット装置とも行方向は右から左に、列方向は上から下にしたこと、各インクジェット装置の液滴吐出量の補正を行わなかったこと以外は、実施例1と同様の工程で電子源を製造した。

【0090】比較例2 電子源の製造
基板への導電性膜形成用の液滴の付与順序を、図11に示すように、4つのインクジェット装置とも行方向は右から左に、列方向は上から下にしたこと以外は実施例1と同様の工程で電子源を製造した。

【0091】以下、実施例1と比較例1～2とを対比して説明する。比較例1では、4つのインクジェット装置の各々の吐出量の調整を行わず、同一の駆動パルスで液滴の付与を行った。この場合の各導電性膜の抵抗値は、インクジェット装置1により作成された最初の1行の平均抵抗値が3.20k Ω 、1行目から2時間後に液滴が付与された最後の250行目の平均抵抗値が3.00k Ω ；インクジェット装置2により作成された最初の1行目の平均抵抗値が3.15k Ω 、最後の250行目の平均抵抗値が2.95k Ω ；インクジェット装置3により作成された最初の1行の平均抵抗値が3.20k Ω 、最後の250行目の平均抵抗値が3.30k Ω ；インクジェット装置4により作成された最初の1行の平均抵抗値が3.31k Ω 、最後の250行目の平均抵抗値が3.20k Ω であった。

【0092】一方実施例1及び比較例2の場合は、4つのインクジェット装置の吐出量の調整を行ったため、どのインクジェット装置により作成されたエリアでも、最初の1行の平均抵抗値が3.20k Ω で、1行目から2時間後に液滴が付与された最後の250行目の平均抵抗値が3.00k Ω であった。

【0093】次に、各エリアの境界部分に注目すると、比較例1の場合、エリア1とエリア3の境界を挟んで隣接する導電性膜の抵抗値の差は平均で0.20k Ω 、エリア2とエリア4の境界部での抵抗値の差は平均で0.36k Ω 、また、エリア1とエリア2の境界部での抵抗値の差は平均で0.06k Ω 、エリア3とエリア4の境界部での抵抗値の差は平均で0.13k Ω であった。

【0094】比較例2の場合、エリア1とエリア3の境界部での抵抗値の差は平均で0.20k Ω 、エリア2とエリア4の境界部での抵抗値の差は平均で0.20k Ω 、また、エリア1とエリア2の境界部での抵抗値の差は平均で0.01k Ω 、エリア3とエリア4の境界部での抵抗値の差は平均で0.01k Ω であった。

【0095】実施例1の場合、どのエリア間の境界部でも、抵抗値の差は平均で0.01k Ω 以下であった。上記の結果から、比較例1及び2においては、打ち始めの1行目と打ち終わりの250行目が隣接する上下のエリア間の境界部（エリア1と3、エリア2と4の境界部）での導電性膜間の抵抗値に差があることが分かる。また、比較例1では、各行の打ち始め部と打ち終わり部が隣接する左右のエリア間の境界部（エリア1と2、エリア3と4の境界部）でもある程度の抵抗値の差がみられ、比較例2においてもまだ若干の抵抗値の差がみられる。

【0096】これらの比較例と比べて、実施例1の場合は、上下のエリア間の境界部では打ち終わりの250行目が隣接しており、また、左右のエリアの境界においても各行の打ち終わり部が隣接しているため、いずれの境

界部でも、液滴の付与から焼成工程までの乾燥時間が同じで、導電性膜としたときの抵抗値の差は殆どみられず、境界部以外において隣接した導電性膜間の抵抗値の差と比べて遜色のないレベルであった。

【0097】また、完成した電子源の電子放出特性も、上述した導電性膜の抵抗値に対応したものとなった。すなわちエリアの境界部についてみると、実施例1では、境界を挟んで隣接する素子間の特性の差は、その他の領域での隣接素子間と同様の状況であったが、比較例1、2においては、境界部の隣接素子間の特性の差は、その他の領域での隣接素子間よりも大きく、また比較例1と比較例2では、比較例1の方が特性差が大きかった。

【0098】具体的には、実施例1の電子源のエリア境界部の隣接素子間の放出電流 I_e の差は、個別素子の放出電流で各境界部とも3%以内であったが、比較例1、2では境界によって、比較例1では10%程度、比較例2では7%程度の差が生じていた。

【0099】また、比較例1においては、エリアの境界のみでなく、それぞれのエリア全体でみたときの平均的な素子特性もエリアによって差があった。

【0100】このように、実施例1で示した方法により作製した大面積の電子源は、4つのインクジェット装置を用いて基板を4つのエリアに分割して液滴の付与を行ったにも関わらず、各エリアの境界部においても隣接素子間の特性の差がその他の領域と同様の状況で、基板全面にわたって素子間の電子放出特性ばらつきを低く抑えられた良好な電子放出特性が得られた。

【0101】実施例2 画像形成装置の製造

本実施例では、実施例1と同様の方法で作製した電子源を用いて画像形成装置を製造した。画像形成装置の構成を図6に示す。図6において、67は、本発明に係る電子放出素子を複数配した電子源、61は電子源67を固定したリアプレート、66はガラス基板63の内面に蛍光膜64、メタルバック65等が形成されたフェースプレートである。62は支持枠であり、この枠には、リアプレート61、フェースプレート66がフリットガラス等を用いて接続されている。

【0102】本実施例においては、実施例1のフォーミング工程を行う前の導電性膜が形成された状態の電子源を用いて、外圍器を形成する工程を行った。外圍器は、大気中で450℃の温度範囲で30分焼成することで封着して構成した。

【0103】このようにして外圍器を形成した後、実施例1と同様の条件でフォーミング工程と活性化工程を行い、その後、安定化工程として排気管より排気を充分行った後、250℃で3時間容器全体を加熱しながら排気した。最後にゲッタをフラッシュし、排気管を封止した。

【0104】比較例3 画像形成装置の製造

比較例1の電子源を用いた他は、実施例2と同様の工程

により画像形成装置を製造した。

【0105】比較例4 画像形成装置の製造

比較例2の電子源を用いた他は、実施例2と同様の工程により画像形成装置を製造した。

【0106】試験例1 画像形成装置の画像評価

実施例2及び比較例3～4の画像形成装置について、前述した図7のNTSC方式のテレビ信号に基づいたテレビジョン表示を行うための駆動回路を用いて表示を行い画像を評価した。

【0107】3者の画像を比較すると、特に全面ベタの画像等を表示させると、比較例3～4においては、各エリアの境界部が視覚的に気になるものであった。また、比較例3においては、エリアの境界のみでなく、それぞれのエリア間の明るさのバランスも気になった。

【0108】これらの比較例と比べて、実施例2の画像形成装置は、各エリアの境界部の輝度差が気になることもなく、画像全面にわたって視覚的に良好であった。具体的には、実施例2での境界部の輝度の差は、各境界部とも3%以内であったが、比較例3～4では境界によって、比較例3では10%程度、比較例4では7%程度の差が生じていた。

【0109】このように、実施例2で示した方法により作製した画像形成装置は、4つのインクジェット装置を用いて基板を4つのエリアに分割して液滴の付与を行ったにも関わらず、各エリアの境界部が気になることもなく、画像全面にわたって視覚的に良好なものとすることができた。

【0110】実施例1～2では、液滴の付与時に基板を十文字に4分割した場合について説明したが、その他の分割数、分割形式でも、境界部の液滴の付与を同様の考え方で行うことにより、境界部が視覚的に気になることのない画像形成装置を製造できる。

【0111】実施例3 電子源及び画像形成装置の製造

基板への導電性膜形成用の液滴の付与パターンを、図12に示すような順序としたこと以外は、実施例1と同様の方法で電子源を製造した。

【0112】実施例1では、上下のエリア間の境界部は打ち替わりの250行目が隣接しており、また、左右のエリアの境界においても各行の打ち替わり部が隣接していた。本実施例では、上下のエリア間の境界部は打ち始めの1行目が隣接しており、また、左右のエリアの境界においても各行の打ち始め部が隣接している。しかしながら、この場合も、境界部では液滴の付与から焼成工程までの間の乾燥時間は同じであり、導電性膜としたときの抵抗値の差は殆どみられず、境界部以外の隣接した導電性膜間の抵抗値の差と比べて遜色のないレベルであった。

【0113】また本実施例では、液滴の付与に際して、行単位の液滴の付与毎に配線上に液滴の捨て打ちを行っ

た。

【0114】以上の様に作製した電子源を用い、次に実施例2で示した方法により画像形成装置を作製した。この画像形成装置も、4つのインクジェット装置によって液滴を付与された各エリアの境界部が気になることもなく、画像全面にわたって視覚的に良好なものとすることができた。

【0115】

【発明の効果】本発明の製造方法によれば、基板上における複数の電子放出素子の形成において、複数のインクジェット装置を用いて基板を複数のエリアに分割して導電性膜とする液滴を付与するにも関わらず、複数のインクジェット装置によって液滴を付与された各エリアの境界部での電子放出素子の特性の差を抑えることができた。また、特に画像形成装置としたときに、各エリアの境界部が気になることもなく、画像全面にわたって視覚的に良好なものとすることができた。

【0116】また、複数のインクジェット装置を用いて液滴の付与を行っているので、液滴付与が短い処理時間ででき、作製工程のスループットが向上する。

【0117】また、各インクジェット装置によって付与される液滴量が等しくなるように、各インクジェット装置について液滴付与量を補正した場合には、エリア間での導電性膜の形状や抵抗値のばらつきも低く抑えることができ、基板全面にわたって電子放出素子の電子放出特性のばらつきを低く抑え、また、画像全面にわたって視覚的に良好なものとすることができた。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明が適用される表面伝導型電子放出素子の構成を示す模式的平面及び断面図。

【図2】 本発明に用いられるインクジェットの一例。

【図3】 本発明に用いられるインクジェットの一例。

【図4】 本発明における液滴付与方法の概略図。

【図5】 マトリクス配置型の電子源の模式図。

【図6】 本発明に係るマトリクス配線の画像形成装置を示す模式図。

【図7】 画像形成装置にNTSC方式のテレビ信号に応じて表示を行うための駆動回路の一例を示すブロック図。

【図8】 真空処理装置の一例を示す模式図。

【図9】 フォーミング工程で印加する駆動パルスの例を示す図。

【図10】 活性化工程で印加する駆動パルスの例を示す図。

【図11】 比較例における液滴付与方法の概略図。

【図12】 本発明の別の実施例による液滴付与方法を示す模式図。

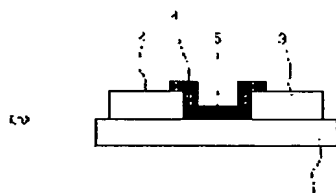
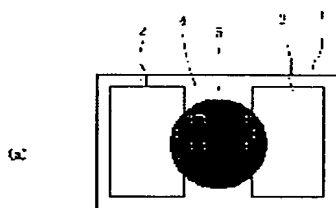
【図13】 従来の表面伝導型電子放出素子の模式的平面図。

【符号の説明】

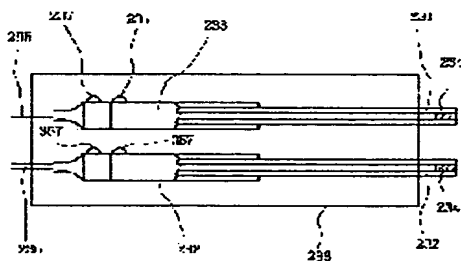
1: 基板、2、3: 素子電極、4: 導電性膜、5: 電子放出部、40: 電子放出素子領域、41: インクジェット装置、42: 液滴の付与順序を示す矢印(行方向)、43: 液滴の付与順序を示す矢印(列方向)、52: 行配線、53: 列配線、54: 層間絶縁層、55: 素子電極のギャップ部、61: リアプレート、62: 支持棒、63: ガラス基板、64: 蛍光膜、65: メタルバック、66: フェースプレート、67: 電子源、68: 電子放出素子、Hv: 高圧端子、Dx1~Dxm、Dy1~Dyn: 前記電子放出素子を配線するための共通配線の容器外端子、71: 表示パネル、72: 走査回路、73: 制御回路、74: シフトレジスタ、75: ラインメモ

リ、76: 同期信号分離回路、77: 変調信号発生器、Vx、Va: 直流電圧源、80: 電流計、81: 電源、82: 電流計、83: 高圧電源、84: アノード電極、85: 真空容器、86: 排気ポンプ、87: 有機ガス発生源、211: 基板、222: 熱発生部、223: 支持板、224: 液流路、225: 第1ノズル、226: 第2ノズル、227: インク流路間隔壁、228、229: インク液体室、2210、2211: インク液体の供給口、2212: 天井板、231: 第1ノズル、232: 第2ノズル、233: 円筒形ピエゾ、234: フィルター、235、236: インク供給チューブ、237: 電気信号入力端子。

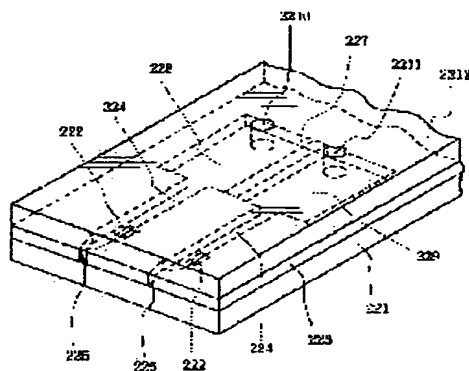
【図1】



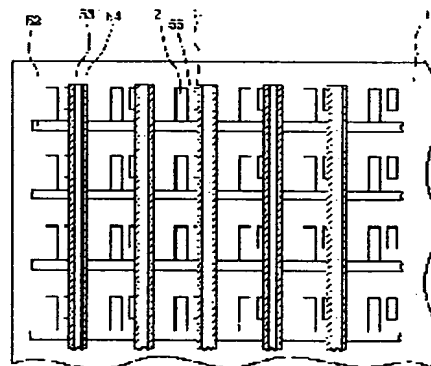
【図3】



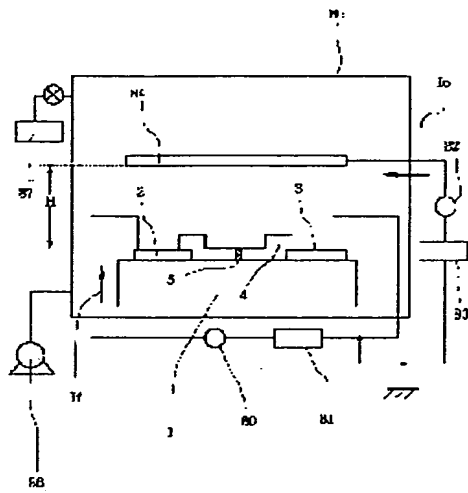
【図2】



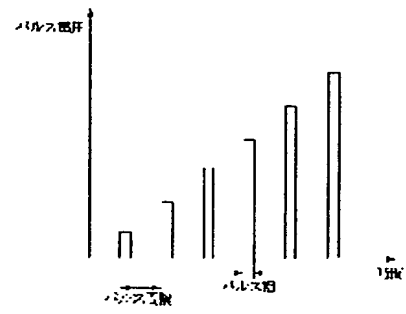
【図5】



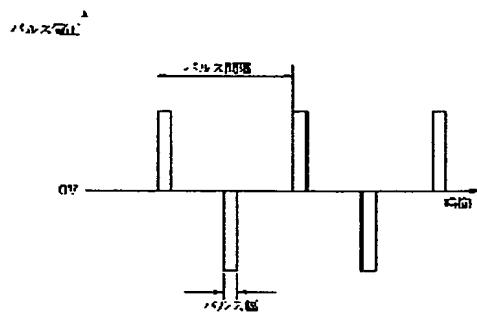
【図8】



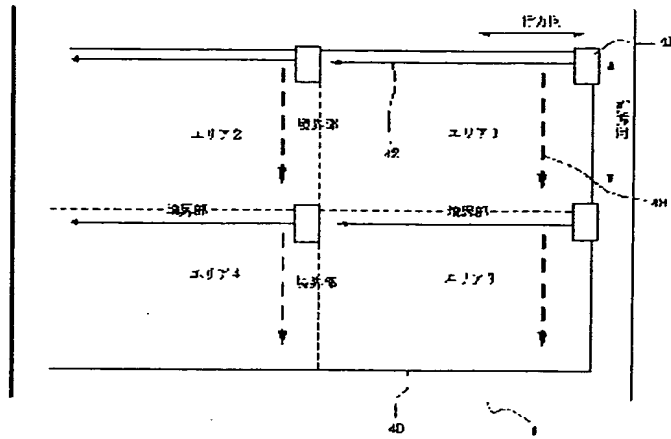
【図9】



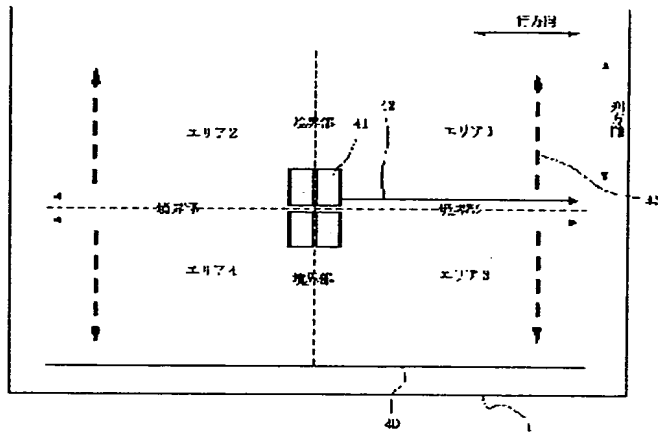
【図10】



【図 1 1】



【図 1 2】



フロントページの続き

(72)発明者 長谷川 光利
東京都大田区下丸子3丁目30番2号キャノ
ン株式会社内

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.